低コストと作りやすさを追求したシンプルな2段構成で出力2.5W

EL84シングルパワーアンプ

岩村保雄　IWAMURA Yasuo

手に入りやすく廉価なEL84/6BQ5を使って，出力2.5Wのシングルアンプを製作した．新しいハイライトコアの出力トランスを使い，愉悦感あふれる音のアンプとなった．初段には5極管6AK5を，B電源の整流にはファーストリカバリーダイオードを使ってシンプルな回路とした．また，ほとんどの部品を平ラグに載せることで配線などを単純化したので，初心者にも製作が可能である．コストに配慮した結果，本機は基本構成の場合，部品総額を3万円以内に抑えることができた．

はじめに

昨年末，ついに時代の流れに乗せられて薄型テレビを購入してしまいました．画面は大きく画像もきれいで買い替えそのものは良かったのですが，使ってみてその音までが薄っぺらなのには参ってしまいました．せっかくの大型画面で映画を見るには何とも物足りなく，映画鑑賞における音響の重要さを再認識したのです．

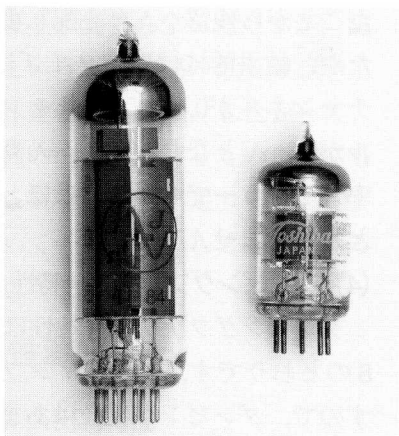
そのようなわけで，古いオーラトーン5Cをテレビ外付けのスピーカーとして使うことにし，それをドライブするために安価なアンプを作ることにしました．この構想を練っているとき，MJ編集部で「3万円台で作るアンプ」という企画があると知らされ，これもなにかの縁かと，その企画に乗ることにしました．

このような用途のアンプですから，きっかけはともかく，初めて真空管アンプを作ってみる方が製作することも考えて，コストだけでなく，製作が容易ということも大事なポイントと考えました．低価格だから／作りやすさ優先だからと，音質を後回しにするようでは主客転倒です．作るからには満足感が得られるアンプとなるように，要所の部品には手を抜かないように注意しました．

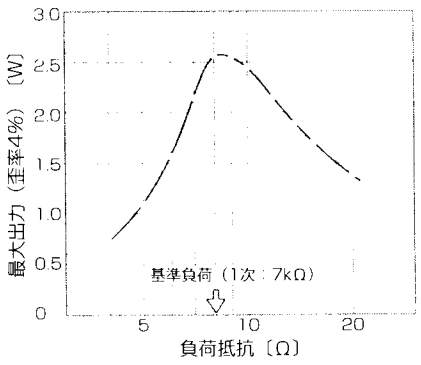
初心者のためにシンプルな回路

[表1]　真空管EL84/6BQ5の定格と動作例

項　目		EL84/6BQ5		
ヒーター電圧	E_f 〔V〕	6.3		
ヒーター電流	I_f 〔A〕	0.76		
最大定格		（最大値）		
プレート電圧	E_p 〔V〕	300		
プレート損失	P_p 〔W〕	12		
スクリーン電圧	E_{g2} 〔V〕	300		
スクリーン損失	P_{g2} 〔W〕	2		
動作例		A級シングル		
		5結		3結
プレート電圧	E_p 〔V〕	300	300	150
スクリーン電圧	E_{g2} 〔V〕	62	—	−4
カソード抵抗	R_g 〔Ω〕	—	780	—
内部抵抗	R_p 〔kΩ〕	750	750	2.3
相互コンダクタンス	mA/V	4	4	22
負荷抵抗	$R_{L\ p\text{-}p}$〔kΩ〕	3	5	—
プレート電流	I_p 〔mA〕	40	40	18
最大出力（歪率10％）	P_o 〔W〕	15	10	—



[写真1]　使用した真空管，左からEL84（JJ），6AK5（東芝）



［図1］ EL84シングルアンプの最適負荷

この表には，通常データシートに記載されている10mA前後の動作電流の特性だけでなく，初段として使われるときの代表的な動作電流1mAの特性も示しました．これらの数値は筆者が各真空管の出力特性から読み取ったものなので多少の誤差はご容赦ください．ここからは6AK5の3極管接続が思いのほか低内部抵抗で増幅率も大きく，12AU7よりも使いやすいことがわかります． 試しに初段に使ってみた結果，期待以上の音質でしたので，この6AK5を使うことにしました．

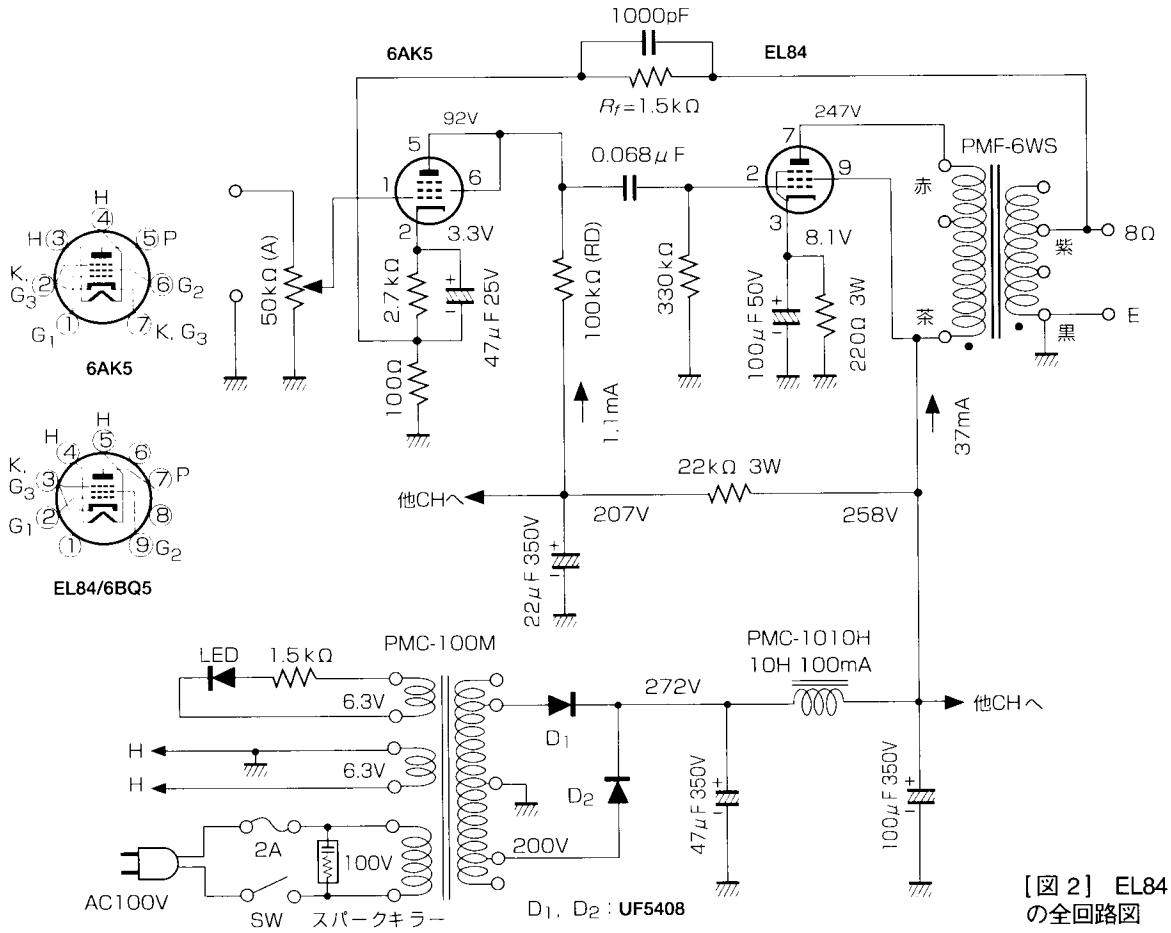
表2には初段に使用した6AK5/5654-7（3結）と類似真空管の比較も示します．

EL84のデータシートには負荷抵抗が5kΩと7kΩの動作例が載せてあり，表1のようにプレート電流によって最大出力となる負荷抵抗が変わります．そこで負荷インピーダンスを仮に7kΩとして，アンプが一応動作するようになった段階で8Ω出力端子に4Ωから20Ωのダミー負荷抵抗を接続して最大出力（歪率4%）を測定しました．図1に示した結果から，本機の動作では負荷インピーダンス7kΩが最適であることがわかりました．

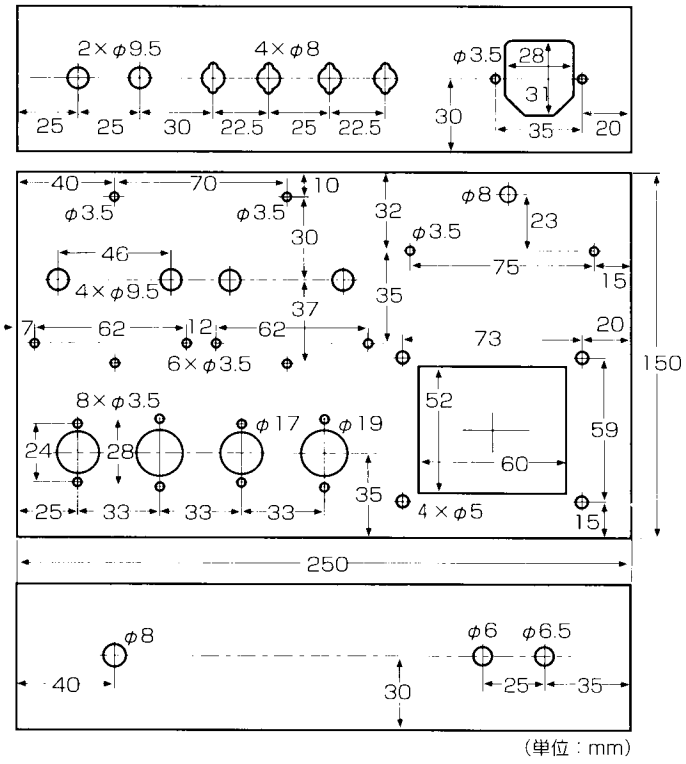
NFBの量は測定とヒアリングから少なめに設定してあります．最終的に決定した10.5dBは3極管アンプと比べれば多いようですが，5極管動作ではかなり控えめのNFB量と考えています．図2の全回路図でNFB抵抗R_fと並列に接続した位相補償の容量1000pFは過渡応答波形から決めました．

シングルアンプではB電源のリップル電圧が出力に乗ってくるので，平滑回路は47μFのケミコンと10Hのチョーク，100μFのケミコンというように部品をケチらないで構成しました．ただ，デカップリング回路はアンプの性格から左右のセパレーションは適当に確保されればよいと考えて左右チャンネル共用としてあります．

音楽を聴き終わって，電源を切ったときにスピーカーから「ブチッ」という音がするのは興ざめですから，電源オフ時にそのようなノイズが出ないように，電源トランスのAC100Vタップ間にスパ



［図2］ EL84シングルアンプの全回路図

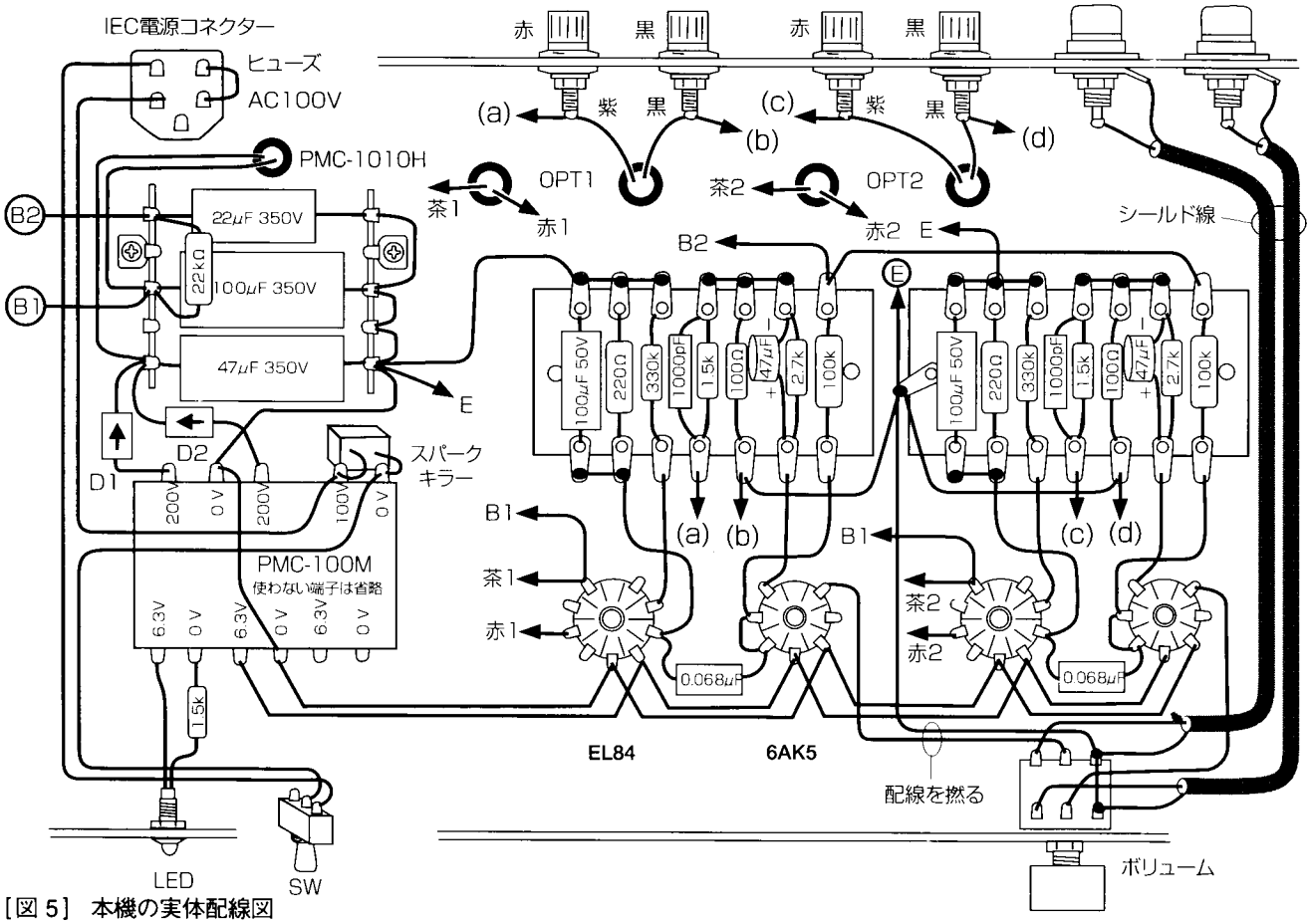


［図4］ シャシーとパネル加工寸法図

コンKZを，EL84のカソードバイパスコンデンサーにはマロリーのケミコンを使いました．マロリーのケミコンが手に入らないときはニチコンKZを使ってください．

シャシーはリードのP-12（250W×150D×60Hmm）を使っています．このシャシーはシルバーの塗装済みですから，家庭で嫌われるスプレー塗装をしないで済みます．孔あけは図4に従って加工してください．アルミ板厚が1mmなので加工がとても簡単な反面，トランスの孔あけにジグソーを使ったり，無理な力を掛けると曲がってしまうので注意が必要です．アンプ自体が小型ですし，付属の裏蓋を付ければかなり丈夫なので心配はいりません．なお，シャシー加工図の出力トランスの固定ネジとリード線の引き込み孔はPMF-6WSとPMF-7WSのどちらにでも使える位置にしてあります．

真空管は左右チャンネル間のセパレーションを考えればEL84/6AK5/6AK5/EL84という対称に配置するのが最良ですが，ここではあえてEL84/6AK5/EL84/6AK5の配置としました．それは，



［図5］ 本機の実体配線図

音のアンプになりがちですし(特に小パワーのアンプでは)，後述の容量負荷とした場合の過渡応答波形でも問題ないので，これ以上いじらないことにしました．

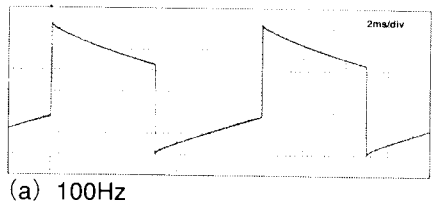
ダンピングファクター*DF*の測定を8Ω負荷のオン・オフ法で行いました．5極管接続での動作なのでNFBなしでは*DF*は0.2以下となってしまい，実用的には特定のスピーカー以外では，NFBはどうしても必要です．本機ではNFB = 10.5dBとして，*DF*は100Hzから10kHzでほぼ2.6一定となっています(図8)．

1kHzでの歪率を測定した結果を図9に示します．図9から歪率4%で2.7Wとなっています．歪率4%の出力波形は，まだサイン波形の頭がほんのわずか丸まっているのがわかる程度です．歪率が10%となる出力は，データシートでは4.2Wのところ，本機では3.5Wです．これは出力トランスの損失を計算に入れると妥当なところでしょう．

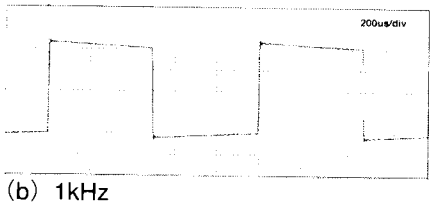
通常の聴取レベルである出力0.1Wでの歪率は約0.5%(1kHz)となっています．5極管のシングルアンプ，それも控えめのNFBでは，この程度の数字は仕方のないところでしょう．歪率がじわじわと増えるこの特性が，小出力の割にはクリップ感のない試聴結果に通じていると考えます．

方形波応答波形

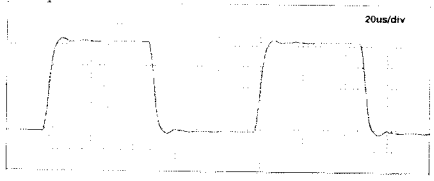
8Ωの純抵抗を負荷としたときの100Hz，1kHz，10kHzの方形波応答波形を図10に示します．「周波数特性が低域で低下している」ことに対応して，100Hzではサグが見られます．一方，10kHzの波形はわずかに角が丸まっているだけであり，高域特性が十分伸びていることがわかります．



(a) 100Hz

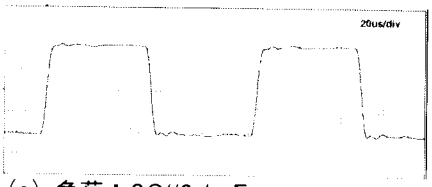


(b) 1kHz

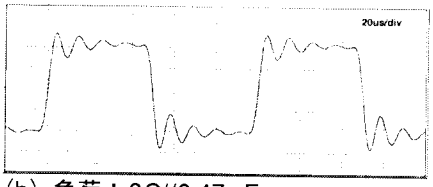


(c) 10kHz

[図10] 8Ω純抵抗負荷方形波応答波形



(a) 負荷：8Ω//0.1μF



(b) 負荷：8Ω//0.47μF

[図11] 容量性負荷での10kHz 方形波応答波形

NFBアンプでは容量性負荷としたときに動作が不安定になることがあります．本機は10.5dBのNFBを掛けているので，安定性の確認の意味から，出力端子に8Ωと0.1μFを並列接続したときと，8Ωと0.47μFを接続したときの10kHzの方形波応答波形を観測しました．図11の8Ωと0.1μFのときの出力波形は，図10の10kHzの波形とほとんど変わりませんが，8Ωと0.47μFの場合には若干のリンギングが見られます．この程度でしたら，通常の使用では十分安定で，問題となることはありません．

試聴とまとめ

2枚のCD，中島みゆき『いまのきもち』(YCCW-10010)とマンハッタン・ジャズ・クインテットの『V.S.O.P.』(XQDJ-1009)を聴いてみました．中島みゆきがフロントでクールでありながら熱く歌っています．試聴なのにしみじみと聴いてしまいます．『V.S.O.P.』では小さなアンプなのにリズムセクションが軽めの低音でフロントを支えています．わずか2.5Wのアンプなのにクリップ感を感じません．音楽を聴いて楽しいアンプがここにあるという印象で，我がことながらご満悦です．

このEL84シングルアンプは価格の制約がかなり厳しいので，企画段階では「低価格のジャンルでは良い音のアンプ」という程度に考えていました．しかし完成後に音を出してみた結果では，ジャンルを超えて比較してもかなり良いアンプに仕上がったと思います．5極管動作のEL84とハイライトコア出力トランス PMF-6WSとの組み合わせの妙なのでしょう．ハイライトコアのプッシュプル出力トランスに期待が膨らみます．

試聴はCDプレーヤー：DCD S10 Ⅲ-L，自作ラインアンプ(未発表)，スピーカー：アルテック604-8Hのウーファー＋アルテック802D/811Bホーン＋ゴトーSG17sで行っています．